混合ガス (N_2/SF_6) 中のパルス電圧による 沿面放電特性

学生員 渡部 克典 (姫 路 工 大)
正 員 四宮 康治 (兵庫県警科捜研)
正 員 上野 秀樹 (姫 路 工 大)
正 員 小野田光宣 (姫 路 工 大)
正 員 中山 博史 (姫 路 工 大)

Creeping Flashover Characteristics in (N_2/SF_6) Gas Mixture under Pulse Voltage

Katunori Watabe, Student-Member, Kouji Shinomiya, Member, Hideki Ueno, Member
Mitsuyoshi Onoda, Member, Hiroshi Nakayama, Member
(Himeji Institute of Technology)

The effect of barrier between a needle electrode and plane one in (N_2/SF_6) gas mixture on creeping flashover was investigated using a μs pulse voltage. The content of SF_6 gas was varied from 0 to 100%, and gas pressure was varied from 0.1 to 0.3 MPa. The flashover voltage increased with increasing the content of SF_6 for a positive needle electrode. For a negative needle electrode, excepting the total pressure 0.1MPa in which similar flashover characteristics was obtained as positive one, considerable decrease in flashover voltage was found in the case of the mixture of a few percentage of SF_6 in (N_2/SF_6) gas mixture at elevated total pressures. The corona behavior on the barrier in (N_2/SF_6) gas mixture was investigated utilizing an ultrahigh-speed digital framing camera.

キーワード：混合ガス(N_2/SF_6)，単一パルス電圧，沿面放電，極性効果

1. はじめに

ガス絶縁機器への適用を目指して、 SF_6 ガスを含む各種混合ガス絶縁に関する研究が活発に行われてきた。例えば、 SF_6/CCl_2F_2 混合ガスにおいて、ある混合比で混合前の各単独ガスの絶縁耐力よりも混合ガスのそれが高くなるという興味ある結果がある⁽¹⁾⁽²⁾。

一般に、混合ガスの平等電界中における絶縁破壊電圧のシナジズム特性を決定する要因は、混合ガスのスオームパラメータであり、とりわけ混合ガスの実効電離係数の値を決定するのは混合する気体の電離断面積や付着断面積などを含めた衝突断面積である⁽³⁾。平等電界下の混合ガス中における絶縁破壊電圧のシナジズム特性について、宅間氏らが検討し、その絶縁破壊特性を与える有用な実験式を提案した⁽⁴⁾。しかし、不平等電界下ではコロナを経由して絶縁破壊に至るため、平等電界よりも一層解析が困難である。従って、不平等電界における絶縁破壊電圧のシナジズム特性には、コロナ安定化作用が含まれる。これらに関しては、渡辺氏らの報告がある⁽⁵⁾。しかし、微小ギャップを含む混合ガス中の沿面放電におけるフラッシュオーバー電圧の混合比依存性については、未だ不明な点が多い。

筆者らも絶縁耐力の向上とその信頼性を高めるために、 SF_6 ガスを含む各種混合ガスの絶縁特性の研究に加えて、ガスと固体絶縁物から構成された複合絶縁特性に関する研究を行ってきた⁽⁶⁾⁻⁽⁸⁾。最近、 SF_6 ガスが温室効果ガスとして注目され⁽⁹⁾，今後環境問題も含めた電力機器絶縁方式の再検討も必要になると思われる。このような背景の中で、不平等電界下にある SF_6 ガスを含む各種混合ガスと固体絶縁物を組み合わせた種々の絶縁方式について、その絶縁特性を把握することは、今後更に低電圧領域にまで広がるC-GIS等の絶縁の信頼性向上に役立つと考える。

本研究では N_2/SF_6 混合ガス中において、針-平板電極間にバリアを挿入した場合の複合絶縁構成について、単一のパルス電圧を印加し、その波頭部で生じる沿面放電特性を調べた。混合ガス中において、ガス圧、パルス電圧の波頭長およびバリアの挿入位置によって、フラッシュオーバー電圧-混合比特性に顕著な極性効果が見出された。そこで、それらのガス中で測定した高速デジタルフレーミングカメラによる沿面コロナの特性を含めて、フラッシュオーバー電圧-混合比特性を検討した。

2. 実験方法

図1に針-平板電極間にバリアを挿入した電極構成を示す。バリアは硼硅酸ガラス(体積抵抗率 ρ : 約 10^{12} ($\Omega \cdot m$), 比誘電率 ϵ_r : 7), 大きさが $40 \times 50 \text{ mm}$, 厚さ 0.5 mm である。絶縁バリアにガラスを採用したのは, コロナ放電で生じたバリア上の電荷の減衰が単一のパルス電圧印加による波頭部の放電に及ぼす影響を保存し, しかも一連の実験でその前歴の影響を避けるためである。堆積電荷による電位減衰の時定数は $\epsilon_0 \epsilon_r \rho$ である⁽¹⁰⁾。硼硅酸ガラスはエポキシ樹脂等の高分子絶縁物に比べて体積抵抗率で劣るが, この実験のフラッシュオーバーは, 全て単一の μs 方形波パルス電圧の波頭部で起こさせたので, その印加時間(最大で $1.5 \mu\text{s}$ 程度)から考えて, その間の堆積電荷減衰は無視できる。また, 電圧印加の1分後の表面電位を測定(表面電位計:S-208, 川口電気(株))したが, 電位は検出されなかったため, パルス電圧の印加間隔を1分以上として実験をした。

平板電極表面を基準にして, ガラスバリアの針電極側の表面までの直線距離をバリア高さ X と表示した。従って, ガラスバリアと平板電極が接触している場合はバリア高さ $X=0.5 \text{ mm}$, 針電極とガラスバリアが接触している場合はバリア高さ $X=1.0 \text{ mm}$ である。なお, ガラスバリアの位置を変化させるときは, 厚さ 0.5 mm のバリアと平板電極間に四

図1 電極構成

Fig.1. Electrode configuration.

フッ化エチレンの支持物を挿入した⁽⁷⁾。針電極には先端の曲率半径が約 $35 \mu\text{m}$ の木綿針を, 平板電極には大きさ $50 \times 50 \text{ mm}$ の黄銅製平板を用いた。針電極に設置したマイクロメータで電極間距離 d を 1.0 mm 一定に保った。この電極系を黄銅製容器(約 $3 \times 10^3 \text{ cm}^3$)内に入れ, 約 0.1 Pa 以上の真空中に排気した後, N₂/SF₆混合ガスを封入した。ガス圧 p は, $0.1 \sim 0.3 \text{ MPa}$ の範囲で変化させた。

印加電圧は μs パルス電圧(波頭長 $T_f=1.5 \mu\text{s}$, 最大波高値 40 kV)である。電圧波形およびコロナの発光は, それぞれ高圧プローブ(HV-P30, DC-50MHz, 岩崎通信機(株))および光電子増倍管(MS-9S, 波長領域 $300 \sim 700 \text{ nm}$, (株)東芝)を介してデュアルビームオシロスコープ(DS-6020, 岩崎通信機(株))で同時に観測した。また, フラッシュオーバー時の沿面放電を黄銅製容器に設けられた石英ガラス窓を通して, 高速デジタルフレーミングカメラ(IMACON468: 波長領域 $385 \sim 900 \text{ nm}$, HADLAND PHOTONICS LTD.)で撮影した。

3. 実験結果および考察

3.1 N₂/SF₆混合ガス中におけるフラッシュオーバー電圧-混合比特性のガス圧依存性

N₂/SF₆混合ガス中に, 針-平板電極間にバリアを入れたときのフラッシュオーバー電圧-混合比特性を図2に示す。針-平板電極間がフラッシュオーバーした瞬時の電圧をフラッシュオーバー電圧とした(沿面距離: $L=20 \text{ mm}$)。SF₆ガスの混合比を $D\%$ とする。測定は同一ガス圧で10回行い, その平均値およびばらつきを同図に示した。図2(a)は正針, 図2(b)は負針の測定結果を示す。正針では, いずれの混合比においても, ガス圧 p の違いによるフラッシュオーバー電圧の変化はわずかであった。これに対し, 負針において, N₂ガス単独のフラッシュオーバー電圧は, ガス圧 p の増加に伴い顕著に上昇した。また, ガス圧 $p=0.15 \text{ MPa}$ 以上で混合比 $D=3\%$ のフラッシュオーバー電圧が, $D=0\%$ のそれよりも低い。ガス圧 $p=0.2 \text{ MPa}$ 以上で, $D=30\%$ でのフラッシュオーバー電圧が $D=0\%$ のそれよりも低くなる。

(a) positive needle

(b) negative needle

図2 N₂/SF₆混合ガス中におけるフラッシュオーバー電圧のSF₆ガス混合比依存性

Fig.2. Dependency of SF₆ gas content in N₂/SF₆ mixture on flashover voltage.

3.2 N_2/SF_6 混合ガス中におけるフラッシュオーバー電圧及びコロナ開始電圧の混合比依存性

N_2/SF_6 混合ガス中におけるフラッシュオーバー電圧-混合比特性を図3示す。図3(a)は正針、図3(b)は負針における結果である。正針の場合、いずれのガス圧においても混合比 D の増加に伴ってフラッシュオーバー電圧は上昇し、上に凸の特性になった。これに対し、負針の場合、フラッシュオーバー電圧特性は特異な変化をする。即ち、ガス圧 $p=0.2$ 、 $0.3MPa$ において、 $D=3\%$ 混合することにより、 $D=0\%$ に比べて、フラッシュオーバー電圧の著しい低下が見られた。しかし、更に D が増加すると、約50%までは直線的にフラッシュオーバー電圧が上昇し、それ以上になると飽和する。また、ガス圧 $p=0.3MPa$ において、 $D=3\%$ では $D=0\%$ に比べて約10kVのフラッシュオーバー電圧の低下が見られ、フラッシュオーバー電圧-混合比特性が、下に凸になることがわかった。

図3 N_2/SF_6 混合ガス中におけるフラッシュオーバー電圧の SF_6 混合比依存性
Fig.3. Dependency of SF_6 gas content in N_2/SF_6 mixtures on flashover voltage.

コロナ開始電圧の混合比依存性を光電子増倍管を用いて測定した結果を図4に示す。コロナ開始電圧は正針、負針共に D の増加に伴って上昇した。またいずれの極性においても、 $D=3\%$ 混合することにより、コロナ開始電圧は急激に上昇し、それ以上の D に対しては、ゆるやかに上昇した。

図4 N_2/SF_6 混合ガス中におけるコロナ開始電圧の SF_6 混合比依存性
Fig.4. Dependency of SF_6 gas content in N_2/SF_6 mixtures on corona onset voltage.

3.3 高速度カメラによる N_2/SF_6 混合ガス中の沿面放電の観測

N_2/SF_6 混合ガス中の針-平板電極間にバリアを挿入した場合、正針ではフラッシュオーバー電圧-混合比特性が上に凸になり、負針では $p=0.1MPa$ の場合を除いて逆特性になった。そこで、 N_2 ガスに微量の SF_6 ガスを混合した場合に、フラッシュオーバー電圧の低下が著しかったガス圧 $p=0.3MPa$ に焦点を当て、この測定条件で沿面コロナの挙動を調べるために、高速度カメラでコロナの駒撮り撮影をした。図5に負針の沿面放電を高速度カメラで斜め上から撮影したものを示す。図5(a)は $D=0\%$ 、図5(b)は $D=3\%$ 、

図5 N_2 , N_2/SF_6 および SF_6 ガスにおける負針の沿面放電像 (0.3MPa)
Fig.5. Images of creeping flashover path in N_2 , N_2/SF_6 and SF_6 gas under negative needle (0.3MPa).

図5(c)は $D=100\%$ における結果を示す。Frame7を除く全ての映像は、最大感度($\times 7000$)で撮影した後、画像処理が行われた。1駒の露光時間は $D=0\%$ で90ns、 $D=3\%$ および 100% で60nsである。駒と駒の間隔はいずれも10nsである。 $D=0\%$ では、針電極先端からガスギャップ中を一本のコロナがバリア表面に向かって進展し、その後、バリア表面上で数本の沿面コロナが放射状に分かれて進展している。また、沿面コロナ形態はグロー状コロナの様相を呈している。 $D=100\%$ では、沿面コロナの進展途中で、 N_2 ガス中での沿面放電では見られなかった比較的小さな発光領域が連なった節状の発光を持つコロナ形態が確認された。一般に、 SF_6 ガス中での放電進展は同一の放電路中を繰り返し放電するステップ状進展⁽¹¹⁾であると言われている。図5(c)に得られた節状の発光を有する沿面コロナは、バリア表面上を進展する前駆沿面コロナによって生じた電荷が後続の沿面コロナの進展を一時的に抑制したために生じたものと思われる⁽⁷⁾。また、 $D=3\%$ では、 $D=0\%$ や $D=100\%$ において見られなかった特異な沿面コロナ形態が観測された。即ち、極めて発光領域の大きな球状のコロナ発光が沿面コロナの先端部分、あるいは進展途中の節の部分で観測された。また、球状の発光部分から更に数本の沿面コロナが枝分かれして進展していることがわかる。この球状のコロナ発光領域は SF_6 ガスの混合比が増加するにつれて小さくなる。

Malikらは、 N_2/SF_6 混合ガス中の放電のみに球状の発光が見られ、更にその先端部分にマイクロリーダと呼ばれる高輝度な線状放電が発生すると報告している⁽¹²⁾。本実験でも恐らく、球状のコロナを経由して微細なマイクロリーダが発生しているものと思われるが、その有無を確認することができなかった。

Steinigerは、 SF_6 ガスにおける放電電圧の圧力依存性を調べ、次のように述べている⁽¹³⁾。電子なだれ先端で発生したフォトン、ガス圧の増加と共になだれの先端近傍で吸収される。このとき生成された荷電粒子は放電路内に取り込まれ、放電路中の荷電粒子密度が高くなり、導電性が増す。本実験の負針の場合、 $D=3\%$ ではガス圧の増加につれて、沿面コロナ先端の発光強度が著しく増大したが、これは上述したような機構で導電性が増したためと思われる。

正針における沿面放電を斜め上から撮影したものを図6に示す。図6(a)は $D=0\%$ 、図6(b)は $D=3\%$ 、図6(c)は $D=100\%$ における結果で、いずれも露光時間は50nsである。 $D=0\%$ の正針の場合、一本の沿面コロナが負針に比べて比較的微細で、その数も多い。沿面コロナは放射状に進展するが、負針に比べて直進的な進展形態を取り、コロナの進展速度は負針よりも大きい。 $D=100\%$ においては、負針での沿面コロナと極めて類似した形態を有し、極性の違いによる沿面コロナの進展形態にはほとんど差異が認められない。 $D=3\%$ では、 $D=100\%$ において見られた沿面コロナの進展途中で節を持つコロナ形態である。即ち、 N_2 ガスに微量の SF_6 ガスを混合することにより、ほぼ SF_6 ガス単独に近い沿面コロナ形態となる。

図6 N_2 、 N_2/SF_6 および SF_6 ガスにおける正針の沿面放電像
Fig.6. Image of creeping flashover path in N_2 , N_2/SF_6 and SF_6 gas under positive needle.

3.4 N_2/SF_6 混合ガス中におけるフラッシュオーバー電圧-混合比特性に及ぼすバリア位置の影響

図7にガス圧 $p=0.3\text{MPa}$ においてバリア高さ X を変化させたときのフラッシュオーバー電圧特性を示す。 $D=3\%$ の正針においては、バリア高さの増加と共にフラッシュオーバー電圧は著しく上昇する。針電極とバリアが接触しているバリア高さ $X=1.0\text{mm}$ においては、 $D=0\%$ に対して $D=3\%$ で約5kV、 $D=10\%$ では約10kVのフラッシュオーバー電圧の上昇が見られた。これに対して負針でも、バリア高さ X の増加につれてフラッシュオーバー電圧は著しく上昇するが、いずれの X においてもフラッシュオーバー電圧特性が下に凸になる混合比範囲がある。例えば、 $X=0.7\text{mm}$ では D は約30%以内、 $X=1.0\text{mm}$ では D は約10%以内で、 N_2/SF_6 混合ガス中フラッシュオーバー電圧が N_2 のそれを下回る。

3.5 N_2/SF_6 混合ガス中における負針のフラッシュオーバー電圧-混合比特性の特異性

前述したように、バリアを平板電極上に置いた場合の針-平板電極間の N_2/SF_6 混合ガス中におけるフラッシュオーバー電圧-混合比特性に極性効果が認められ、負針においては、

図7 N₂/SF₆混合ガス中の種々のバリア高さにおけるフラッシュオーバー電圧の SF₆ガス混合比依存性

Fig.7. Dependency of SF₆ gas content in N₂/SF₆ mixtures on flashover voltage under various barrier height.

$p=0.1\text{MPa}$ の場合を除いて、N₂ガスに SF₆ガスの微量混合でフラッシュオーバー電圧が著しく低下することがわかった。

フラッシュオーバー電圧—混合比特性に及ぼすバリア高さの効果について調べた結果、バリア高さ X の増加につれてフラッシュオーバー電圧は著しく上昇した。しかし、 $p=0.3\text{MPa}$ では、 $X=0.5\text{mm}$ の場合、 $0<D<\text{約}50\%$ で、 $X=0.7\text{mm}$ の場合、 $0<D<\text{約}30\%$ で、 $X=1.0\text{mm}$ の場合、 $0<D<\text{約}10\%$ で、その混合比におけるフラッシュオーバー電圧は、依然としてN₂ガス単独のそれより低い。

このように針—平板電極間にバリアを挿入した場合、フラッシュオーバー電圧の混合比依存性に極性効果が認められたが、バリアを挿入しない場合、極性による差異は観測されず、両極性ともフラッシュオーバー電圧の混合比特性は上に凸になった⁽¹⁵⁾。

ところで、電気力線直交形のバリア配置は、バリアを挿入しない場合に比べてはるかにフラッシュオーバー電圧の上昇に有効であると言われる⁽¹⁵⁾。これは、バリアがコロナ放

電によって生じた空間電荷の移動を妨げ、その空間電荷がバリア上に堆積することによる電界緩和作用⁽¹⁶⁾が働くためと認識されている。即ち、針—平板電極間にバリアを挿入した場合、コロナ放電によって生じた電荷がバリア表面上に蓄積され、これが沿面コロナ進展特性に大きく影響を及ぼすと考えられる。また、本実験で針電極がバリアに接した $X=1.0\text{mm}$ でも下に凸のフラッシュオーバー電圧特性が得られている。これらのことから、本実験の電極構成の場合、ガスギャップ中のコロナがバリア表面に達するまでの過程と、その後、いわゆる沿面放電の進展過程に分けることができるが、沿面上での放電の進展過程に注目する。

微量のSF₆ガスをN₂ガスに混合した場合の負針におけるストリーマチャンネルの進展過程について考える。針電極から臨界電界を超えた沿面領域まで沿面ストリーマが進展するが、印加パルス波頭部における電圧上昇による過電圧で、このストリーマチャンネルの導電性が增大して、ストリーマの先端電界が強くなる。この領域における電子の存在確率は微量のSF₆ガスが含まれていると、負イオンが生成されるので、N₂ガス単独の場合に比べて高くなる。なぜならば、SF₆⁻は0.05eVと非常に低いエネルギーで電子を放出するため⁽¹⁷⁾、電界離脱⁽¹⁸⁾あるいはストリーマ先端で生じる光電離によって、このような負イオンから電子が供給される。このような電子付着確率は、ガス中に比べてバリア表面で高くなる。何故ならば、一般に放電空間内での体積再結合よりも表面再結合が主として起こり、表面再結合の確率は、体積再結合の確率よりも高い⁽¹⁹⁾。従って、本実験のSF₆の微量混合でも表面再結合が主体であり、バリア表面存在する負電荷（電子）の電子付着の確率も、空間内での電子付着の確率に比べて高くなる。更に沿面の場合、ストリーマ先端での光電離に起因するバリア表面上からの光電子放出⁽²⁰⁾も考えられるので、それらの相乗効果で沿面コロナ進展の進展が容易になるものと考えられる。実際、高速度カメラで負針において観測された沿面コロナ先端部の電離領域の広い球状発光が、このような機構を示唆しているように思われる。また、SF₆の混合比が高くなると、負イオンを形成するSF₆の量が多くなるので、負イオンによる放電の抑制効果が顕著となり、フラッシュオーバー電圧はN₂ガス単独に比べ高くなると考えられる。しかし、今後、更に詳細な検討が必要と考える。

4. まとめ

N₂/SF₆混合ガスと硼硅酸ガラスバリアを組み合わせた複合絶縁構成において、単一パルス電圧の波頭部における沿面放電特性を調べた結果をまとめると、以下のようになる。

(1) フラッシュオーバー電圧—ガス圧力特性において、正針ではいずれの混合比においても、フラッシュオーバー電圧がガス圧にほとんど依存しない。しかし、負針では、ガス圧の増加と共に、N₂ガス単独のフラッシュオーバー電圧が著しく上昇した。

(2) 全ガス圧が一定の条件で、 N_2 ガスに微量の SF_6 ガスを混合することによって、負針では、 N_2 ガス単独に比べて顕著なフラッシュオーバー電圧の低下が生じ、フラッシュオーバー電圧-混合比特性が下に凸になった。これに対して正針では、いずれの混合比においても上に凸の特性が得られた。このような極性効果はバリア高さ、あるいは印加電圧の波頭長を変化させても現れた。

(3) 高速度カメラで沿面コロナの挙動を観測した。その結果、 SF_6 では、放電のステップ進展に対応すると考えられる節状発光を有した沿面放電象が得られた。一方、 N_2 ガスに SF_6 ガスを微量混合すると、沿面コロナの先端に発光領域の大きな球状の発光が観測されるものとなった。更に、 N_2 ガス単独では、節状や球状の特異な発光は観測されなかった。これは、各々異なった放電進展過程を有しているためと考えられる。

それ故、負のフラッシュオーバー電圧-混合比特性における下に凸の特性は、沿面コロナの進展過程の差異に起因していると思われる。なお、 N_2 ガス単独に比べてフラッシュオーバー電圧が低下することから、バリア表面で電子付着によって生じた SF_6^- からの電界離脱現象等が影響を及ぼしているものと思われる。

(平成9年12月15日受付、平成10年9月16日再受付)

文献

- (1) S.Okabe and T.Kouno: Jpn.J.Appl.Phys.,**24**,836(1985)
- (2) 生田: 電気・情報関連学会連合大会,14-2(平成)
- (3) 電気学会: 技術報告,(II部)248号(1987)
- (4) 宅間: 電学誌,**97**,341(昭52)
- (5) T.Watanabe,et al.: J.Appl.Phys.(1977)
- (6) 釜谷・渡部・小野田・中山: 電学論,**116-B**,1569(平8)
- (7) 渡部・釜谷・小林・小野田・中山: 電学論,**117-A**,1090(平9)
- (8) 中山・小野田・西森・大前・天川: 応用物理,**59**,1520(1990)
- (9) 化学工学会編: 化学工学,**61**,634(1997)
- (10) 家田・澤・篠原: 電学誌,**88**,1107(1968)
- (11) 電気学会: 放電ハンドブック, p.206(1974)
- (12) Y.A.Safar,N.H.Malik and A.H.Qureshi: IEEE Trans.Electr.Insul.,
EI-17,No.5,441,(1982)
- (13) E.Steiniger: Elektrotech.Z,**86**,583(1965)
- (14) 中山・小野田・黒田・天川: 電学論,**110-A**,420(1990)
- (15) 電気学会: 技術報告,(II部)270号(1988)
- (16) 奥村・犬石: 電学論,**93-A**,127(1976)
- (17) 候・細川・宮本・森田・金田: 電学論,**117-B**,1189(平9)
- (18) D.T.A.Blair and D.Farish: J.Appl.Phys.,**18**,597(1967)
- (19) 八田: 気体放電,p.55(1968)
- (20) 湯本・堺: 電学論,**109-A**,1(1989)

渡部 克典(学生員) 1972年 9月 2日生。平成 8年 3月姫路工業大学工学部電気工学科卒業。平成10年 3月同大学大学院工学研究科修士課程電気電子工学専攻修了。同年 4月関西電力(株)入社、現在に至る。平成 8年度電気学会論文発表賞受賞。

四宮 康治(正員) 1968年 8月 1日生。平成 5年 3月姫路工業大学工学部電気工学科卒業。同年 4月兵庫県警科学捜査研究所勤務。現在に至る。

上野 秀樹(正員) 1960年10月 2日生。昭和60年 3月信州大学大学院工学研究科修士課程修了。昭和63年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年 4月住友電気工業(株)入社。平成 9年10月姫路工業大学工学部電気工学科助教授、現在に至る。工学博士。電気電子材料学を担当。主として沿面放電、複合絶縁に関する研究に従事。

小野田 光宣(正員) 1951年 8月19日生。昭和52年 3月姫路工業大学大学院工学研究科修士課程電気電子工学専攻修了。平成 3年10月同大学電気工学科助教授、現在に至る。工学博士。電気電子材料学、電気回路演習を担当。主として、導電性高分子に関する研究に従事。

中山 博史(正員) 1943年 3月14日生。昭和40年 3月姫路工業大学電気工学科卒業。平成 3年10月同大学電気工学科教授、平成10年 4月同大学学生部長、現在に至る。工学博士。電気回路、電力系統工学を担当。主として、気体および固体誘電体の絶縁破壊に関する研究に従事。